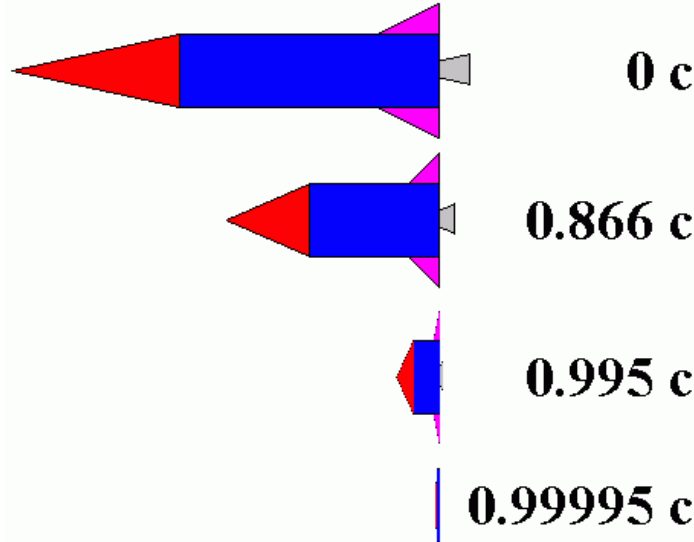
آئن سٹائن کے نظریات

1905ء میں جرمنی کا جریدہ انالین ڈر فزک کا والیوم نمبر 17 شایع ہوا، اور اب تو سائنس دانوں کے لئے یہ تو نوادرات جیسی حیثیت رکھتا ہے۔ اس جریدے کے ایک والیوم میں، نوجوان آئن سٹائن جو ایک گمنام پیٹنٹ محرر تھا (اس وقت اس کے پاس پی ایچ ڈی کی سند بھی نہیں تھی)، نے تین مقالے شایع کئے جنہوں نے دنیا کی ماہیت کے بارے میں نئی راہ دکھائی۔ ان میں سے ایک نے جوہر کی حقیقت کو قائم کرنے میں مدد دی؛ دوسرے نے اشارہ دیا کہ ہو سکتا ہے کہ روشنی صرف موج ہی نہ ہو بلکہ وہ ذرّات کے سلسلوں کی طرح برتاؤ کرتی ہو۔ ان دونوں مقالات نے کوانٹم طبیعات میں ہونے والی پیش رفت میں اپنی اہمیت کو ثابت کیا، اور یہ ان میں سے دوسرا تھا جو ضیا برقی اثر پر تھا جس پر سترہ برس بعد آئن سٹائن نے نوبل انعام حاصل کیا۔ تاہم یہ تیسرا مقالہ تھا جو سب سے زیادہ مشہور ہوا۔ اس نے تیس صفحات کو بھرا تھا اور اس کا عنوان متاثر کن 'حرکت کرتے ہوئے اجسام کی برقی حرکیات پر' تھا۔ یہ وہ مقالہ تھا جو ہمیں بتاتا ہے کہ نہ تو خلاء اور نہ ہی وقت کوئی مطلق چیز ہے بلکہ اس کو کھینچا یا سکیڑا جا سکتا ہے جس کا انحصار آپ کے دیکھنے پر منحصر ہے ؛ اور یہ کہ حرکت کرتی ہوئے اجسام بھاری ہو جاتے ہیں ؛ اور یہ کہ E = mc 2 جس نے جوہری بم اور نیوکلیائی بجلی گھر کو بنانے کی راہ دکھائی، اس کے علاوہ اس فہم کے ادراک کہ سورج اور ستاروں کو اندر سے کیا چیز گرم رکھتی ہے۔ اگر یہ سب متاثر کن لگتا ہے، یاد رہے کہ 1905ء میں جس چیز کو آئن سٹائن نے اپنے عظیم ترین کام ثابت کرنا تھا اس میں اب بھی مستقبل میں دس برس لگنے تھے۔

1905ء کا مقالہ خصوصی نظریہ اضافیت کی بنیادی اینٹیں آج کی دنیا میں کافی اہم ہیں، تاہم بگ بینگ کی طرف جانے والے راستے کا ایک چھوٹا تماشہ ہے۔ آئن سٹائن کی روشنی کی ماہیت کے اوپر غور و فکر کرنے کی جڑیں انیسویں صدی کے عظیم اسکاٹ لینڈ کے رہائشی جیمز کلارک میکسویل تک جاتی تھیں، جس نے وہ مساوات بنائی تھی جو روشنی کو بطور برقی مقناطیسی موجوں کے ایک مخصوص رفتار سے حرکت کرتا ہوا بیان کرتی ہے جس کو عام طور پر

c سے بیان کیا جاتا ہے۔ یہ سوال کہ یہ موجیں اس وقت کیسی دکھائی دیں گی جب آپ ان کے ساتھ مستقل رفتار c کے ساتھ بھاگیں، اس سے روشنی کے برتاؤ اور ہمارے روز مرہ کی عقلی اصول جو ہم دنیا میں رہتے ہوئے روز مرہ زندگی میں سیکھتے ہیں، کے درمیان ایک اہم تضاد کے بارے میں معلوم ہوتا ہے۔ اگر آپ اس طرح بھاگیں جیسے کہ آئن سٹائن نے تصور کیا ہے تو برقی مقناطیسی موجیں اس وقت بھی قیاس ہے کہ لہروں کی طرح چل رہی ہوں گی، تاہم جہاں تک آپ کے سمجھنے کے لئے ہے تو یہ حرکت نہیں کر رہی ہوں گی جو میکسویل کی مساوات کے خلاف بات ہے۔ دنیا کو اس طرح سے دیکھنے میں ضرور کچھ غلطی ہے۔ میکسویل کی مساوات روزمرہ عقل سے میل نہیں کھاتی کچھ تو دینا ہو گا۔ آئن سٹائن کی ذہانت میکسویل کی مساوات کو بعینہ اسی طرح سے قبول کرنے میں تھی تاہم پہلے سے معلوم شدہ تصورات کو پھینک دینے سے حقیقت کی ایک نئی اور بہتر تشریح سامنے آتی ہے۔

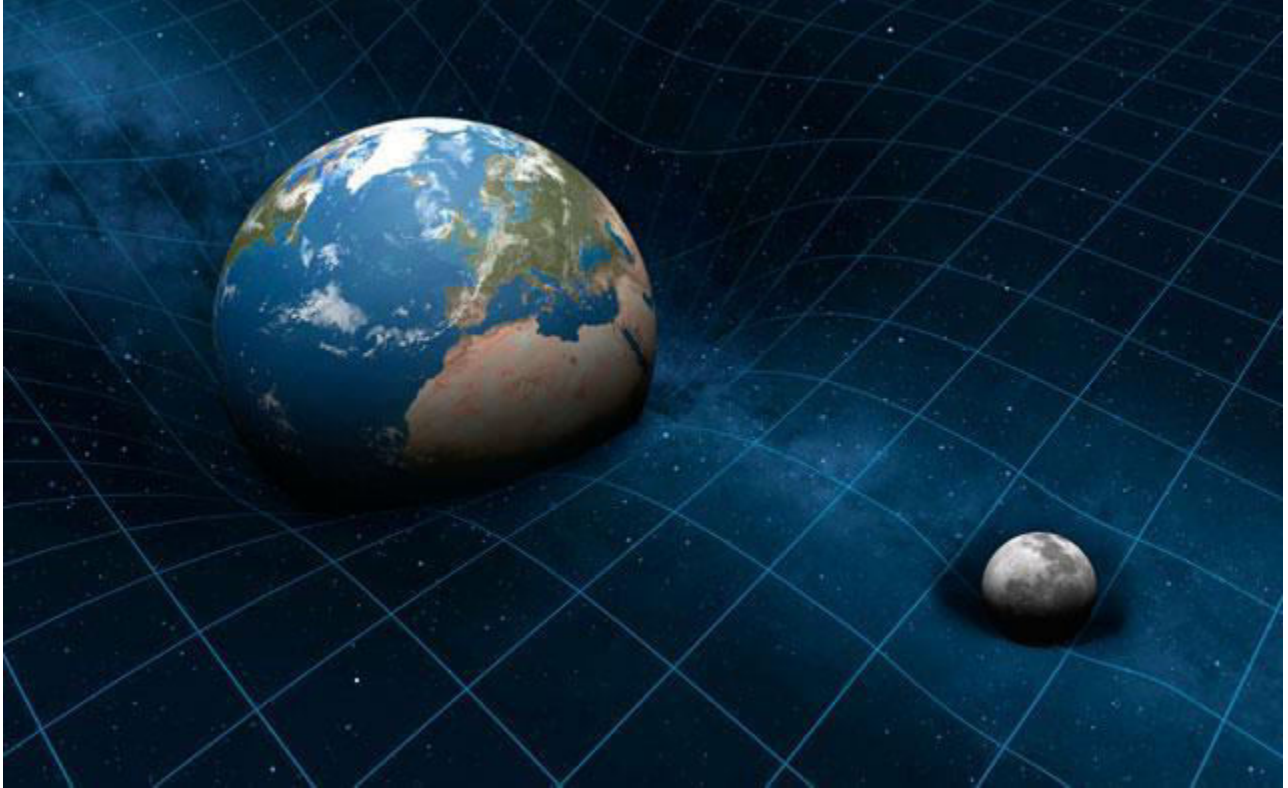
1900ء کے عشرے کی ابتداء میں تجربات نے بتایا کہ روشنی کی رفتار کو کیسے بھی ناپیں اس سے ہمیشہ ایک ہی جواب c آئے گا۔ سائنس کے مورخین اب بھی اس بات پر بحث کرتے ہیں کہ آیا آئن سٹائن کو اس وقت ان تجربات کا علم تھا یا نہیں، لیکن اس سے کوئی فرق نہیں پڑتا ہے۔ روشنی کی کرنوں اور آئینوں کے لطیف انتظام سے یہ ممکن ہے کہ روشنی کی حرکت کرتی ہوئی کرن کو اسی سمت میں ناپ لیا جائے جس سمت میں زمین خلاء میں گزر رہی ہے یا اس سمت کے برخلاف بھی ناپا جا سکتا ہے۔ عقل بتاتی ہے کہ جواب کو کچھ اور ہونا چاہئے۔ اگر میں ایک بس کو 10 میل فی گھنٹہ کی رفتار سے جاتا ہوا دیکھ رہا ہوں اور اس کو پکڑنے کے لئے ایک وین میں 9 میل فی گھنٹہ کی رفتار سے اس کو پکڑنے کے لئے جاؤں تو بس کی رفتار میرے لئے 1 میل فی گھنٹے کی ہے، اور اگر میں ایک ایسی بس پر سفر کروں جس کی رفتار 30 میل کی ہے اور ایک اور دوسری بس جو اس کے مخالف سمت میں روڈ پر مجھے 30 کلومیٹر کی رفتار سے پاس کرتی ہے تو بس میری نسبت سے 60 میل فی گھنٹے سے حرکت کر رہی ہے۔ تاہم روشنی اس طرح کی نہیں ہوتی۔ خلاء میں زمین کسی سمتی رفتار سے حرکت کر رہی ہے جس کو ہم v کہہ سکتے ہیں۔ وہ روشنی کی کرن جو ہم سے c سمتی رفتار سے آگے نکلے گی اس کی رفتار c - v نہیں ہو گی، اور نہ ہی کوئی روشنی کی کرن جو مخالف سمت سے ہمارے پاس آ رہی ہو اس کی رفتار c+v ہو گی۔ ہماری جو بھی سمتی رفتار ہو اور کسی بھی سمت سے روشنی کی کرن ہماری طرف آئے، جب ہم اس کی رفتار کی ناپیں گے ہمیں ہمیشہ ایک ہی جواب c ملے گا۔

لہٰذا آئن سٹائن نے کہا ہمیں اپنے روز مرہ کے مشاہدات کو رد کرنا ہو گا۔ جب ہم سمتی رفتاروں سے نبٹتے ہیں تو ایک جمع ایک دو نہیں ہوتے۔ اس نے ایک ریاضیاتی ڈھانچہ بنایا جس کے اندر روشنی کی رفتار ہمیشہ سے کسی بھی مشاہد کے لئے ایک جیسی ہو گی جو اس کی پیمائش کو کسی بھی حرکت کرتی ہوئی جگہ سے خط مستقیم میں ایک ہی متوازن رفتار سے آ رہی ہو۔ یہ تمام جگہیں ایک دوسری کی نسبت حرکت کر سکتی ہیں (اور 'اضافیت' کے آنے کی یہ

ہی وجہ ہے)، تاہم ان کو گھومنا یا اسرع پذیر نہیں ہونا چاہئے(لہٰذا 'اضافی' کا مطلب یہ ہے کہ نظریہ صرف طبیعات کی مخصوص مسائل سے ہی نبٹتی ہے) ۔ کوئی بھی اس طرح کی حوالاتی جگہ میں ایک جیسی ہی قوانین طبیعیات دیکھے گا، اور اس جگہ جہاں وہ رہتا ہے اس کو 'ساکن' سمجھے گا۔ اور سب روشنی کی رفتار کو c ہی ناپیں گے۔ کائنات میں کوئی خصوصی حوالاتی جگہ نہیں موجود ہے۔

تفصیلات میں جائے بغیر آئن سٹائن کے حسابات کے نتائج کے کا خلاصہ سادے طور پر کیا جا سکتا ہے۔ دو سمتی رفتاروں کو جمع کرنے کے بہتر قانون v 1 اور v 2 یہ V = (v 1 + v 2) نہیں بلکہ V = (v 1 + v 2) تقسیم (1+ v 1 v 2 /c 2) کے برابر ہے، جہاں c روشنی کی رفتار ہے۔ کیونکہ c بہت زیادہ بڑی ہے یعنی 300,000 کلومیٹر فی سیکنڈ لہٰذا روز مرہ کی سمتی رفتار جیسے کہ 10 میل فی گھنٹہ یا 30 میل فی گھنٹہ لہٰذا جس عدد کو آپ اس سے تقسیم کریں گے اس کا حاصل لامحالہ طور پر ناقابل شناخت ہو گا اور مجازی طور پر وہ صفر ہی ہو گا۔ تاہم اگر آپ کسی ایک سمتی رفتار کو یا دونوں کو c کے برابر لیں تو عجیب و غریب چیزیں وقوع پذیر ہونے لگتی ہیں۔ آپ کبھی بھی دو سمتی رفتاروں کو لے کر جو روشنی کی رفتار سے کم ہوں جمع کر کے ایک ایسا جواب حاصل نہیں کر سکتے جو روشنی کی رفتار سے بڑا ہو۔

اسی طرح کی مساوات جو ریاضی سے نکلتی ہے ہمیں بتاتی ہے کہ ایک حرکت کرتا ہوا جسم اپنی منتخب کی ہوئی جگہ میں اس وقت بھاری ہوتا جاتا ہے جب اس کی رفتار روشنی کی رفتار کے قریب پہنچنے لگتی ہے اور اسی وقت حرکت کرتا ہوا جسم اپنی حرکت کرنے کی سمت میں سکڑ بھی جاتا ہے۔ ایک حرکت کرتی ہوئی گھڑی اس ساکن حوالاتی جگہ کے مقابلے میں آہستہ چلنے لگتی ہے۔ اور مزید فائدہ دیتے ہوئے دو واقعات تو ایک ساتھ وقوع پذیر ہو رہے ہیں تو ان میں سے ایک حوالاتی جگہ میں صرف ایک ہی معنی ہوتا ہے - ایک مشاہد جو آپ کو مستقل سمتی رفتار سے پاس کرتا ہے اس کی نظر اسی وقت ہونے والے واقعہ یا اس واقعے کو جو اس نے پیچھے چھوڑا ہے کے لئے مختلف ہو گی۔ اور یہ تمام آج کے دور کی انجینئرنگ کا حصّہ ہے۔ وہ مشینیں جو پروٹون یا الیکٹران کو روشنی کی رفتار کے قریب اسراع دیتی ہیں وہ اس وقت کام نہیں کرتیں اگر مساوات دنیا کے کام کرنے کے طریقہ کار کو ٹھیک طرح سے بیان نہ کرتی، اور کیونکہ وہ کام کرتی ہیں لہٰذا وہ طبیعیات دانوں کو براہ راست کمیت میں اضافے، وقتی کشادگی اور دوسرے اثرات جن کی پیش گوئی آئن سٹائن نے کی ہے ان کی پیمائش کو کرنے کے قابل بناتی ہیں۔ خصوصی اضافیت روزمرہ کی دنیا میں زبردست طریقے سے کام کرتی ہے اور نیوٹن کی پرانی میکانیات کے ساتھ اور برقی مقناطیسی مساوات جو میکسویل نے بنائی تھی ان دونوں کے ساتھ کافی اچھا چلتی ہے (اس وقت تک ٹھیک کام کرتی ہے جب تک چیزیں روشنی کی رفتار کے قریب نہیں پہنچ جاتیں)۔ تاہم یہ اب بھی 'خصوصی' اضافیت کا نظریہ ہے۔ یہ قوّت ثقل کے ساتھ ٹھیک طرح سے کام نہیں کرتی، اور قوّت ثقل وہ قوّت ہے جس کا کائنات پر غلبہ ہے۔ لہٰذا یہ بحیثیت مجموعی کائنات کی مکمل تشریح بیان نہیں کرتی۔ ایسا کرنے کے لئے آئن سٹائن کو ایک مزید عمومی نظریے کی ضرورت تھی۔

خصوصی نظریہ اپنے وقت کا بچہ تھی۔ نیوٹن اور میکسویل کے تصورات کے نظریات میں موافقت پیدا کرنے کی واضح طور پر ضرورت تھی اور اگر آئن سٹائن 1905ء میں خصوصی اضافیت کے ساتھ نہیں آتا تو کوئی دوسرا اس کو ایک یا دو برسوں میں تلاش کر لیتا۔ تاہم عمومی نظریہ کچھ خاص تھا۔ آئن سٹائن کے علاوہ کوئی اور خصوصی نظریہ کی محدودیت کی وجہ سے اتنا تنگ نہیں تھا۔ تاہم دس برس کے مزید کام کے بعد (صرف اسی معمے پر کام نہیں کیا؛ آئن سٹائن نے ان دس برسوں میں کوانٹم نظریے کو بنانے میں کافی اہم حصّہ ڈالا تھا) اس نے ایک نظریہ پیش کیا جو کائنات کے حالیہ مشاہدے سے کہیں زیادہ مکمل تھا۔ جب مبصرین نے اس وقت تک سحابیہ کے پیمانے کے فاصلے کا تعین نہیں کیا تھا اور اس بات کو تو چھوڑ دیجئے کہ کہکشائیں ہم سے بہت تیزی سے دور ہو رہی ہیں وہ اس بات کو یقین سے نہیں جانتے تھے کہ یہ سحابیہ اصل میں دوسری کہکشائیں ہیں، آئن سٹائن نے ایک ایسے نظریہ کو پیش کیا جو قدرتی طور پر اور اپنے آپ میں کائنات کو ایسا بیان کرتا ہے جو کافی بڑی، خالی جگہ تھی جس کو پھیلنا تھا۔ اب آئن سٹائن اس مساوات کے ساتھ کائنات کو بیان نہیں کر سکتا تھا۔ اس کی دلچسپی کا بنیادی مقصد کائنات کا نمونہ حاصل کرنا تھا - ایک ریاضیاتی نمونہ - تاکہ وہ جانچ کر سکے کہ عمومی

اضافیت حقیقت میں مکمل کائنات سے نبٹ سکتی ہے اور لا محدودیت تک پہنچنے کی صورتحال یا کائنات کے 'کونے ' تک پہنچنے میں مسائل کا شکار نہیں ہوتی - نام نہاد سرحدی شرائط۔ یہ کافی گہرا ریاضیاتی سچ تھا۔ لہٰذا وہ اس بات سے زیادہ پریشان نہیں تھا کہ اس کی سادی مکمل ترین اور قائم بالذات نظریہ جس کو کوئی خاص سرحدی شرائط کی ضرورت نہیں تھی وہ اصل کائنات کو بیان کرتا ہوا نہیں لگتا تھا۔ وہ اس حقیقت کو جاننے میں زیادہ دلچسپی رکھتا تھا کہ نمونہ اصل میں مکمل ہونا چاہئے اور اس میں کوئی خصوصی سرحدی شرائط کی ضرورت نہیں ہونی چاہئے۔ ایک لحاظ سے اس نے یہ بات قبول نہیں کی کہ نظریہ اس کو کیا بتانے کی کوشش کر رہا ہے۔ اور اپنی زندگی میں ایک مرتبہ اس نے اس اصول کی پاسداری نہیں کہ جو تمام عصبیت کو ایک طرف اٹھا کر رکھ دے۔ اپنے نمونے کو اپنے پیش تصوری کے نمونے میں زیادہ بہتر طور پر اتارنے کے لئے جس میں کائنات ایک ساکن جگہ تھی اس نے مساوات میں تھوڑی سی تبدیلی کی جس سے وہ تھوڑی پیچیدہ ہو گئی تاکہ وہ ایک تھوڑا سا مختلف مکمل نمونہ بنا سکے جس کی کوئی خصوصی سرحدی شرائط نہ ہوں۔

عمومی نظریہ سب سے بڑھ کر قوّت ثقل کا نظریہ تھا۔ تقریباً خصوصی نظریہ اضافیت کے آنے کے نصف اور عمومی نظریہ اضافیت کی مکمل اشاعت کے بعد، آئن سٹائن نے انالین ڈر فزک میں 1911ء میں ایک اور مقالہ شایع کیا جس نے دکھایا کہ کس طرح سے اس کا دماغ قوّت ثقل کے نظریے پر کام کر رہا ہے۔ اس کا عنوان تھا 'روشنی کے انتشار پر قوّت ثقل کا اثر'، ہرچند کہ اس میں نئی ان دیکھی چیزوں کے بجائے آدھا سچ اور قیاسات شامل تھے اس کے باوجود اس نے نئی راہ دکھائی اور وہ معصومانہ سوالات اٹھائے جنہوں نے کائنات کی سچائی کی گہرائی کو ظاہر کیا۔ آئن سٹائن اس جگہ پھنس گیا تھا جہاں قوّت ثقل نا صرف ایک گرتے ہوئے جسم سے بلکہ تمام کی تمام سے بعینہ اسی طرح سے زائل ہو جاتی ہے۔ گلیلیو نے اس جانب اشارہ دیا تھا کہ قطع نظر کہ ان کا وزن کیا ہے وہ تمام اجسام ایک ہی شرح سے گرتے ہیں ؛ نیوٹن نے اس علم کا فائدہ اٹھا کر اپنے قوانین حرکت کو ترتیب دیا۔ نیوٹن کی مشہور تین قوانین میں سے ایک کہتا ہے کہ کسی بھی جسم پر قوت کا اثر اسرع کو پیدا کرنے کے لئے اس کی کمیت کے تناسب سے ہوتا ہے۔ اور قوت ثقل کی جسامت کسی جسم پر بھی اس کی کمیت کے تناسب سے ہوتی ہے۔ لہٰذا کمیت زائل ہو جاتی ہے اور تمام اجسام ایک ہی شرح سے گرتے ہیں۔

آئن سٹائن جب روشنی کی کرن کے پیچھے آدمی کو دوڑتے ہوئے نہیں سوچ رہا تھا، اس وقت لگتا تھا کہ اس نے ایک دوسرے آدمی کے بارے میں کافی سوچا (اور شاید کہ یہ وہی ایک آدمی تھا؟) جو ایک گرتے ہوئے بالا بر میں پھنس گیا تھا جس کی تار ٹوٹ گئی تھی۔ یہ آئن سٹائن کا حیرت کا طریقہ تھا جس میں چیزیں اس وقت برتاؤ کرتی تھیں جب وہ قوت ثقل کے زیر اثر گرتی ہیں۔ گرتے ہوئے بالابر کے اندر ہر چیز ایک ہی شرح سے گرتی ہے اور کوئی اضافی حرکت نہیں ہوتی۔ بالابر کے اندر موجود آدمی تیرے گا، مکمل طور پر بے وزن ہو کر اس قابل ہو گا کہ اپنے آپ کو دیوار سے دیوار یا فرش سے چھت تک بغیر کسی مشکل کے آسانی سے دھکیل سکے۔ بے شک ہم سب نے تصاویر میں خلا نوردوں کو خلائی جہاز کے اندر اسی طرح کرتے ہوئے دیکھا ہے ؛ وہ اسی وجہ سے ایسا کر سکتے ہیں، وہ تمام کے تمام 'بلا روک ٹوٹ' قوّت ثقل کے زیر اثر ہوتے ہیں۔ یہاں تک کہ زمین کے گرد مدار ایک منضبط گرنے کی ایک مخصوص قسم ہے۔ تاہم آئن سٹائن کو یہ تمام باتیں تصور کرنی تھیں جو ہم ٹیلی ویژن پر دیکھ چکے ہیں۔ ایک پنسل گرتے ہوئے بالابر میں ہوا کے درمیان بے وزن ہو جاتی ہے ؛ مائع نکلنے سے منع کر دیتا ہے اور گول کرے کی شکل میں نکلتا ہے، علی ہذا القیاس۔ گرتے ہوئے بالابر کے اندر (یا خلائی جہاز میں) وہ نیوٹن کے ان قوانین کی اطاعت کرتے ہیں جن کو ہم نے اسکول میں پڑھا تھا - وہ ایک خط مستقیم پر مستقل سمتی رفتار سے حرکت کرتے ہیں تاوقتیکہ ان پر کسی قسم کی قوّت نہیں لگائی جائے۔ گرتے ہوئے بالابر کے باہر کی دنیا میں چیزیں قوت ثقل کی وجہ سے مختلف ہوتی ہیں۔ آئن سٹائن کی ذہانت نے وہ اہم نکات دیکھ لئے تھے جنھیں تمام لوگوں نے چھوڑ دیا تھا۔ اگر گرتے ہوئے بالابر کی اسرع درستگی کے ساتھ قوّت ثقل کو زائل کر دے، جیسا کہ وہ کرتی ہے، تو اس کا مطلب یہ ہو گا کہ قوت اور اسرع دونوں ایک دوسرے کے برابر ہیں۔

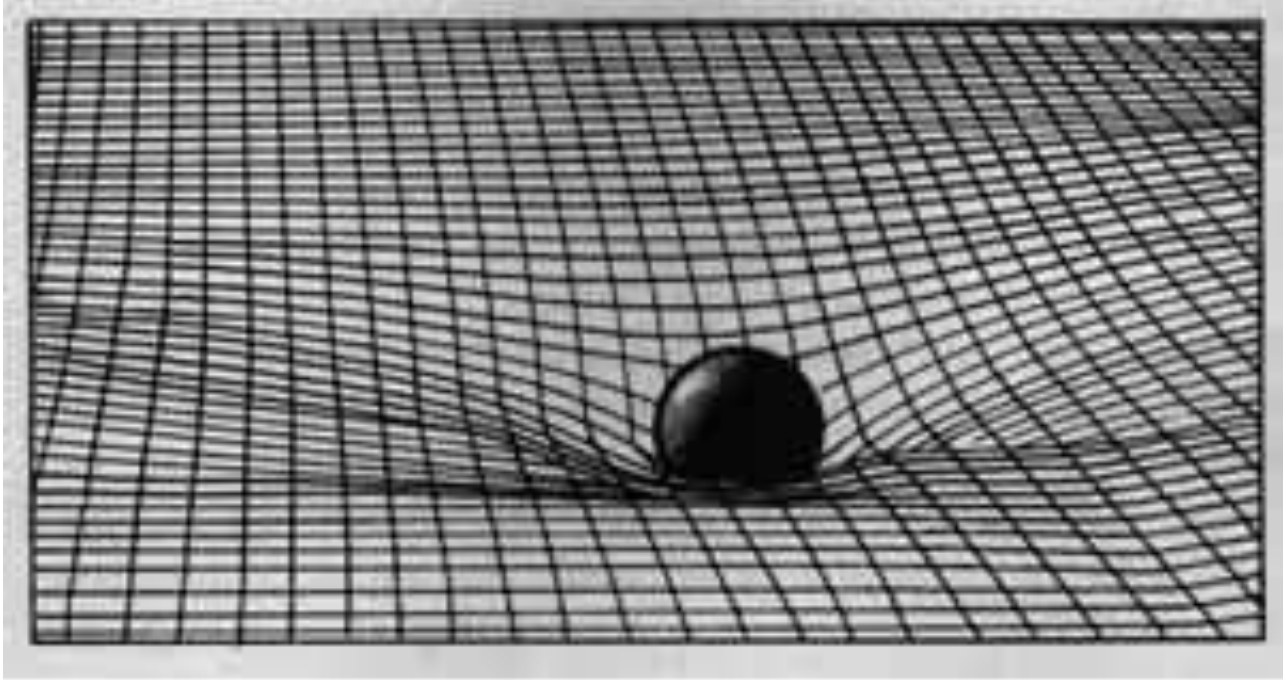
ایسا کیوں ہے کہ یہ ایک اہم بصیرت ہے؟ فرض کریں کہ بالابر کو اب ایک تصوراتی بڑی طبیعیات کی تجربہ گاہ سے بدل گئی ہے، جس میں کوئی کھڑکی نہیں ہے۔ تجربہ گاہ زمین کی سطح پر رکھی ہوئی ہے، اور اس کے اندر طبیعیات دان یہ پیمائش کر رہے ہیں کہ کس طرح سے چیزیں گرتی ہیں اور قوت ثقل پر کام کر رہے ہیں۔ اب تصور کریں کہ تجربہ گاہ خلاء میں تیر رہی ہے۔ طبیعیات دانوں کو اس بات کو جاننے میں کوئی دقت نہیں ہو گی کہ وہ بلا روک ٹوک جیسی جگہ میں ہیں۔ تاہم اس وقت کیا ہو گا جب تجربہ گاہ کو ایک متواتر قوّت سے دھکا دیا جائے گا، بعینہ اسی طرح مضبوط جیسے کہ زمین کی سطح پر قوّت ثقل ہوتی ہے تاہم یہ اوپری سمت میں ہو گی تجربہ گاہ کی چھت و فرش کی ترتیب میں ؟ تجربہ گاہ میں ہر چیز فرش پر گرے گی بعینہ جس طرح ہوائی جہاز کے مسافر اس کے اڑتے وقت اپنی نشستوں پر بیٹھے ہوتے ہیں۔ یہ دباؤ جلد ہی اس وقت ختم ہو جاتا ہے جب جہاز ایک مستقل رفتار پکڑ لیتا ہے۔ تاہم ہماری تصوراتی تجربہ گاہ میں نیچے کی قوّت اس وقت تک ثابت قدم رہے گی جب تک تجربہ گاہ اوپر کی طرف اسرع پذیر ہو گی۔ طبیعیات دان یہ تمام تجربہ دہرا سکتے ہیں اور وہی نتائج حاصل کریں گے جو ان کو نیچے ساکن زمین پر تجربہ گاہ میں ملے ہوں گے۔ کوئی بھی ایسا ذریعہ نہیں ہو گا جو ان کو یہ بتائے کہ آیا تجربہ گاہ قوت ثقل کے میدان میں ساکن ہے یا اوپر کی طرف اسراع پذیر ہے۔ قوّت ثقل اور اسراع برابر ہے۔

ان تمام باتوں کا روشنی سے کیا لینا دینا ہے؟ واپس اس تجربہ گاہ میں چلیں جس کو خلاء میں ایک مستقل قوت سے دھکیلا جا رہا ہے۔ ہو سکتا ہے کہ اندر طبیعیات دان فیصلہ کریں کہ کچھ روشنی سے متعلق تجربات کئے جائیں۔ وہ روشنی کی ایک کرن بناتے ہیں تاکہ وہ تجربہ گاہ کے ایک طرف سے شروع ہو کر اس کو پار کرتی ہوئی دوسری طرف نکل جائے۔ اب روشنی لازمی طور پر تجربہ گاہ کو پار کرنے کے لئے ایک مخصوص وقت لے گی، اور اس وقت کے دوران تجربہ گاہ اوپر کی طرف اسراع پذیر ہو رہی ہو گی، لہٰذا دیوار روشنی کی کرن کے پہنچنے سے پہلے تھوڑا سا اوپر ہو چکی ہو گی۔ اصولی طور پر طبیعیات دان اس دیوار کی پیمائش کر سکتے ہیں جہاں پر روشنی گرتی ہے اور یہ اخذ کر سکتے ہیں کہ ان کی تجربہ گاہ اسراع پذیر ہے۔ بلکہ وہ تو روشنی کی کرن کے خم کو ناپ کر بھی اسراع کی پیمائش کر سکتے ہیں۔ ایسا لگتا ہے کہ جیسے کوئی ایسا طریقہ موجود ہے جو قوّت ثقل کو اسراع سے الگ کر سکے۔ ایسا بالکل بھی نہیں ہے، آئن سٹائن کہتا ہے۔ ہمیں اس تصور کو بحال رکھنا ہو گا کہ قوّت ثقل اور اسراع اس وقت تک ایک دوسرے کے برابر ہیں جب تک اس کے برخلاف ثابت نہ ہو جائے۔ اگر روشنی کی کرن ایک اسراع پذیر حوالاتی جگہ میں خم کھا رہی ہو گی تو اگر نظریہ درست ہے تو یہ قوّت ثقل کی وجہ سے خم کھائی ہو گی اور اسی اور اتنی ہی مقدار سے۔

مساوات کا یہ اصول 1911ء کے مقالے کی درست بصیرت کا دل ہے۔ بدقسمتی سے خم کے حجم کے اثر کا حساب غلط ہے، لیکن اس کو چھوڑ دیں۔ اگلے چار برسوں میں آئن سٹائن نے ان خیالات کو ایک مکمل اور جامع عمومی نظریہ اضافیت کا روپ دیا، اور یہ مکمل نظریہ پیش گوئی کرتا تھا کہ روشنی قوّت ثقل کی وجہ سے خمیدہ ہو سکتی ہے، حقیقت میں خمیدگی کی مقدار کا حساب 1911ء میں لگا لیا گیا۔ روشنی کس طرح سے خمیدہ ہوتی ہے اس کا تصور کرنے کا سب سے بہتر طریقہ یہ ہے کہ قوت اور خلاء کے بارے میں اپنے پہلے سے موجود تصورات سے جان چھڑائی جائے، اور ان خیالات کو لیا جائے جن کو آئن سٹائن نے پہلے 1915ء میں اور پھر مکمل طور پر 1916ء میں پیش کئے۔ یہ تصورات بتاتے ہیں کہ ہم خالی جگہ کے بارے میں روزمرہ میں کیسا سوچتے ہیں جو لگ بھگ ایک حقیقی جگہ کے ہے، جو چار جہتوں کا تسلسل ہیں (خلاء کے تین اور وقت کا ایک) جس کو مادّی اجسام کی

موجودگی میں خم اور بگاڑا جا سکتا ہے۔ یہ خم دار بگاڑ وہ ہیں جو 'قوت' ثقل مہیا کرتے ہیں۔

ایک لمحے کے لئے مکان و زمان کی چوتھی جہت کے بارے میں بھول جائیں، اور دو جہتی لچک دار سطح کے بارے میں سوچیں۔ ایک ربڑ کی چادر کے بارے میں تصور کریں جو ایک جگہ تن کر کھینچی ہوئی ہے جس سے ایک چپٹی سطح بن گئی ہے۔ یہ آئن سٹائن کے خالی خلاء کا 'نمونہ' تھا۔ اب تصور کریں کہ ایک بھاری گیند اس چادر کے درمیان میں موجود ہے۔ یہ جھک جائے گی۔ یہ آئن سٹائن کے خلاء کا 'نمونہ' ہے جو خلاء کو اس جگہ بگاڑتا ہے جہاں بڑے مادّے کا ٹکڑا موجود ہوتا ہے۔ جب آپ کنچوں کو چپٹی ربڑ کی چادر پر لڑھکاتے ہیں تو وہ سیدھی لکیروں کی صورت میں سفر کرتے ہیں۔ تاہم جب چادر ایک گیند کی وجہ سے بگڑتی ہے تو کوئی بھی کنچا جو گیند کے قریب ہو گا وہ دبی ہوئی ربڑ کی چادر کے قریب خم زدہ ہو کر گرے گا۔ آئن سٹائن حقیقت میں کہتا ہے کہ یہ وہ جگہ ہے جہاں 'قوت' ثقل کام کرتی ہے۔ یہاں پر کوئی حقیقی قوت نہیں ہے۔ اجسام وہ راستہ اختیار کرتے ہیں جہاں کم سے کم مزاحمت ہوتی ہے، سیدھی لکیر کے برابر، خلاء یا مکان و زمان کے کے خم زدہ حصّے میں سے۔ جسم کوئی کنچا، کوئی سیارہ یا روشنی کی کرن ہو سکتی ہے۔ اثر ایک ہی ہے۔ جب یہ کسی بڑی کمیت کے گرد حرکت کرتا ہے - ثقلی قوت میدان میں سے پرانی تصویر کے مطابق - تو یہ خم کھاتا ہے۔ عمومی اضافیت صحت کے ساتھ پیش گوئی کرتی ہے کہ روشنی کی کرن اس وقت کس قدر خم کھائے گی جب وہ سورج کے پاس سے گزرے گی۔ ریاضی دقیق ہو سکتی ہے اور تصور جیسا کہ خم دار جگہ عجیب ہو سکتی ہے۔ تاہم آئن سٹائن کا عمومی نظریہ ایک واضح اور قابل جانچ پیش گوئی کرتا ہے۔ 1916ء میں یہ اس وقت ظاہر ہوا جب آئن سٹائن جرمنی میں کام کر رہا تھا۔ برطانوی فلکیات دان آرتھر ایڈنگٹن نے نئے نظریے اور اس کی پیشن گوئی کو ہالینڈ میں اپنے ایک رفیق سے سیکھا۔ اور اس جرمن پیشن گوئی کی تصدیق برطانوی مشاہدے سے 1919ء میں ہوئی، جب دونوں ممالک تیکنیکی طور پر حالت جنگ میں تھے اگرچہ دونوں نے عارضی صلح کر لی تھی تاہم امن کے معاہدے پر ابھی تک دستخط نہیں ہوئے تھے۔ ان وجوہات کی وجہ سے جزوی طور پر اس نے وہ مقبول تخیل حاصل کر لیا جسے طبیعیاتی سائنس میں

کسی اور دریافت نے نہیں کیا، اس کا مقابلے صرف اس بھونچال سے کیا جا سکتا ہے جو پچھلی صدی میں ڈارون کے ارتقاء پر تصورات کی اشاعت سے مچا تھا۔

خاکہ 4.2 وہ طریقہ جس میں کسی جسم کی کمیت اپنے قریبی علاقے میں مکان و زمان کو بگاڑتی ہے اس کا مقابلہ ایک ہموار ربڑ کی چادر سے کیا جا سکتا ہے جس میں ایک بھاری گیند کی وجہ سے بگاڑ پیدا ہو گیا ہو۔